

環境計量に関する基礎知識(化学)

注意事項

- 1 解答時間は、午前 9 時 20 分から午前 10 時 30 分までの 1 時間 10 分である。
- 2 解答用紙の所定の欄に、氏名、生年月日及び受験番号を正確に記入し、生年月日及び受験番号については、その下のマーク欄にもマークすること。
- 3 問題は 25 問で、全問必須である。
- 4 出題の形式は、各問に対して五つの選択肢が用意されており、その中から一つの解答を選ぶ五肢択一方式である。
- 5 解答は、各問の番号に対応するマーク欄に一か所のみマークすること。
- 6 マークの記入は、解答用紙に記された記入例を参照のこと。
- 7 解答の記入にあたっては、次の点に注意すること。
  - (1) 筆記具は HB の黒鉛筆又は黒シャープペンシルを用い、マーク欄の枠内をぬりつぶすこと。
  - (2) 解答を修正する場合は、消しゴムできれいに消して、消しくずを残さないようにすること。
  - (3) 解答用紙は、汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 8 携帯電話の電源は切り、電卓は使用しないこと。

以上の注意事項及び係官からの指示事項が守られない場合には、採点されないことがある。

指示があるまで開かないこと。

問 1 環境基本法に関する次の記述中、(ア)～(ケ)に入れる語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

環境の保全は、社会経済活動その他の活動による環境への負荷をできる限り低減することその他の環境の保全に関する行動がすべての者の  (ア) 役割分担の下に  (イ) かつ積極的に行われるようになることによって、健全で恵み豊かな環境を維持しつつ、環境への負荷の少ない健全な  (ウ) の発展を図りながら持続的に発展することができる  (エ) が構築されることを旨とし、及び科学的知見の充実に環境の保全上の支障が  (オ) 防がれることを旨として、行われなければならない。

- |   | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) | (オ) | (ケ)   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1 | 公平な | 規制的 | 社会  | 経済  | 社会  | 可能な限り |
| 2 | 明確な | 規制的 | 経済  | 社会  | 社会  | 未然に   |
| 3 | 明確な | 自主的 | 社会  | 経済  | 経済  | 未然に   |
| 4 | 明確な | 規制的 | 経済  | 社会  | 社会  | 可能な限り |
| 5 | 公平な | 自主的 | 経済  | 社会  | 社会  | 未然に   |

問 2 水質汚濁防止法に関する次の記述のうち、正しいものを一つ選べ。

- 1 下水道法に定める終末処理場を設置している公共下水道は、公共用水域として定められた公共の用に供される水路に該当する。
- 2 特定事業場とは、特定施設を設置する工場又は事業場のうち、公共用水域に排水を排出するものをいう。
- 3 環境大臣は、指定水域ごとに、当該指定水域に流入する水の汚濁負荷量の総量を把握するため、測定計画の作成上、都道府県知事が準拠すべき事項を指示することができる。
- 4 排出水の汚染状態には熱によるものは含まれない。
- 5 環境大臣は、公共用水域及び地下水の水質の汚濁の状況を公表しなければならない。

問 3 水質汚濁防止法の目的に関する次の記述中、(ア)～(イ)の中に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

この法律は、工場及び事業場から (ア) に排出される水の排出及び地下に浸透する水の浸透を規制するとともに、 (イ) の実施を推進すること等によつて、 (ウ) 及び地下水の水質の汚濁(水質以外の水の状態が悪化することを含む。以下同じ。)の防止を図り、もつて国民の (ロ) を保護するとともに生活環境を保全し、並びに工場及び事業場から排出される汚水及び廃液に関して (ハ) に係る被害が生じた場合における事業者の損害賠償の責任について定めることにより、被害者の保護を図ることを目的とする。

- |         |        |       |     |            |
|---------|--------|-------|-----|------------|
| (ア)     | (イ)    | (ウ)   | (ロ) | (ハ)        |
| 1 指定水域  | 産業排水対策 | 指定水域  | 生活  | 人の健康又は生活環境 |
| 2 指定水域  | 産業排水対策 | 指定水域  | 生活  | 人の健康       |
| 3 公共用水域 | 生活排水対策 | 指定水域  | 生活  | 人の健康又は生活環境 |
| 4 公共用水域 | 生活排水対策 | 公共用水域 | 健康  | 人の健康       |
| 5 公共用水域 | 生活排水対策 | 公共用水域 | 健康  | 人の健康又は生活環境 |

問 4 大気汚染防止法に関する次の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- 1 ばい煙を大気中に排出する者は、ばい煙施設を設置しようとするときは、環境省令で定める届出書を都道府県知事に届けなければならない。
- 2 有害大気汚染物質による大気の汚染の防止に関する施策その他の措置は、科学的知見の充実の下に、将来にわたって人の健康に係る被害が未然に防止されるように行ふことを旨として、実施されなければならない。
- 3 いおう酸化物に係る排出基準は、排出口から大気中に排出されるいおう酸化物の量について、施設の種類及び規模ごとに定める許容限度である。
- 4 環境大臣は、自動車(道路運送車両法で規定する自動車及び原動機付き自転車)のうち環境省令で定めるものをいう。)が一定の条件で運行する場合には発生し、大気中に排出される排出物に含まれる自動車排出ガスの量の許容限度を定めなければならない。
- 5 都道府県知事は、大気の汚染の状況を常時監視しなければならない。また、都道府県知事は、常時監視の結果を環境大臣に報告しなければならない。

問 5 大気汚染防止法における用語に関する次の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- 1 「ばいじん」とは、燃料その他の物の燃焼又は熱源としての電気の使用に伴い発生するものをいう。
- 2 「指定物質」とは、物の燃焼、合成、分解その他の処理(機械的処理を除く。)に伴い発生する物質で、政令で定めるものをいう。
- 3 「特定粉じん」とは、粉じんのうち、石綿その他の人の健康に係る被害を生ずるおそれがある物質で、政令で定めるものをいう。
- 4 「自動車排出ガス」とは、自動車(道路運送車両法で規定する自動車及び原動機付き自転車のうち環境省令で定めるものをいう。)の運行に伴い発生する一酸化炭素、炭化水素、鉛その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある物質で、政令で定めるものをいう。
- 5 「特定有害物質」とは、燃料その他の物の燃焼に伴い発生する有害物質で、環境大臣が定めるものをいう。

問 6 5つの密閉容器にそれぞれ異なった気体が入っている。気体の種類、体積、圧力は以下の通りである。

水素(3.5 L, 4.0 atm)、ヘリウム(2.0 L, 3.0 atm)、窒素(1.5 L, 1.0 atm)、酸素(1.0 L, 2.0 atm)、アルゴン(0.5 L, 0.5 atm)

密閉容器内の気体の密度の大きさの順序はどうなるか。次の中から正しいもの一つ選べ。ただし、温度は25°Cで変化しないものとし、それぞれの気体は理想気体、原子量はH=1、He=4、N=14、O=16、Ar=40とする。

- 1 窒素>酸素>アルゴン>ヘリウム>水素
- 2 水素>ヘリウム>アルゴン>酸素>窒素
- 3 酸素>アルゴン>窒素>ヘリウム>水素
- 4 酸素>窒素>水素>ヘリウム>アルゴン
- 5 酸素>窒素>アルゴン>ヘリウム>水素

問 7 ハロゲン化水素(HF, HCl, HBr, HI)に関する次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。

- 1 気体状態のハロゲン化水素は共有結合性を有するが、水溶液中ではイオン化する。
- 2 2原子間の電気陰性度の差の大きいHFはイオン結合性が強いので、水中では他のハロゲン化水素よりも強い酸である。
- 3 HFは他のハロゲン化水素よりも高い沸点を有するが、これは分子間に水素結合が存在するためである。
- 4 メタノール中の酸の強さは、 $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$ である。
- 5 すべてのハロゲン化水素は水と共沸混合物をつくる。

問 8 1種類の原子からなる固体(密度 $3.5 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )において、体積が $4.6 \times 10^{-23}$  mLの立方体の中に8個の原子が含まれていた。この原子の原子量はいくらか。次の中から最も近いもの一つ選べ。ただし、アボガドロ数は $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。

- 1 7
- 2 9
- 3 12
- 4 14
- 5 28

問 9 0°C、1 atm(標準状態)にある1 Lの酸素は1.4 gであった。同様に、標準状態で1 Lのある気体の質量を量ったところ、1.2 gであった。この気体の分子量はいくらか。次の中から最も近いもの一つ選べ。ただし、酸素の分子量を32とし、気体はすべて理想気体とする。

- 1 2
- 2 14
- 3 16
- 4 28
- 5 44

問10 1 mL当たり0.04 gの $\text{Al}^{3+}$ を含んだ水溶液50 mLを作るのに必要な $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ は何gか。次の中から最も近いもの一つ選べ。ただし、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ の式量を666、Alの原子量を27とする。

- 1 12 g
- 2 25 g
- 3 35 g
- 4 40 g
- 5 55 g

問11 大気中のオゾン $\text{O}_3$ の濃度は定常状態にあり、 $2.0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ である。すべての発生源からの $\text{O}_3$ の生成量は1秒当たり $2.0 \times 10^{-18} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ である。 $\text{O}_3$ の分解過程が二次反応 $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$ だけであると仮定すると、分解反応の速度定数はいくらか。次の中から最も近いもの一つ選べ。

- 1  $1 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- 2  $2 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- 3  $5 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- 4  $1 \times 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- 5  $2 \times 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

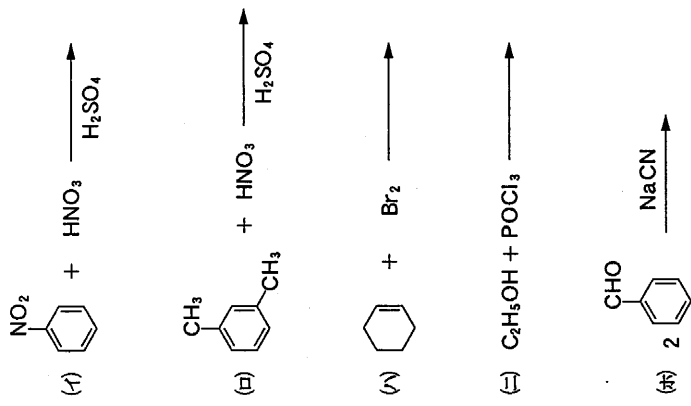
問12 2.0 mgのヨウ素 $\text{I}_2$ を含む25 mLの水溶液に5 mLの $\text{CCl}_4$ を加えてよく振り混ぜた後、水相と有機相とを分離した。分離後の有機相における $\text{I}_2$ の濃度は、水相における $\text{I}_2$ の濃度の85倍であった。水相中に残っている $\text{I}_2$ の量はいくらか。次の中から最も近いもの一つ選べ。

- 1 0.11 mg
- 2 0.22 mg
- 3 0.55 mg
- 4 1.5 mg
- 5 1.9 mg

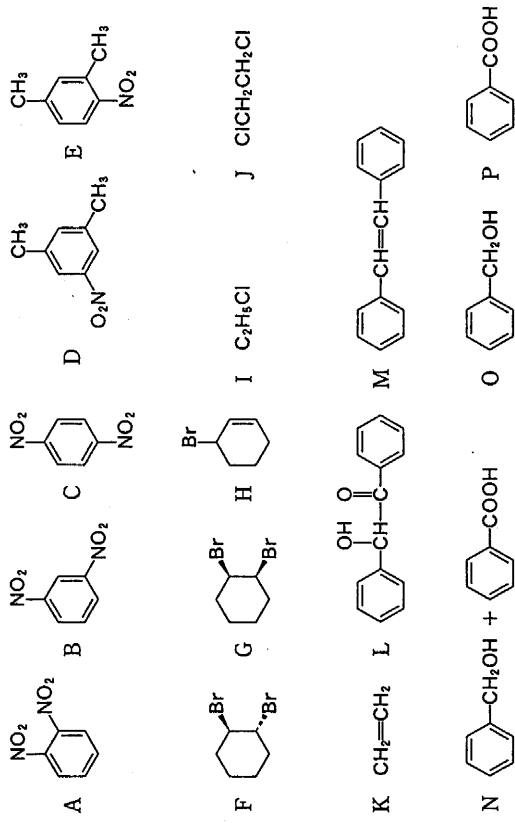
問13 カルボン酸の酸の強さはその置換基により大きく変わる。A～Eのカルボン酸の水溶液中での $\text{pK}_a$ の大ききの順序はどれか。1～5の中から正しいもの一つ選べ。

- |   |                           |   |                            |   |                            |
|---|---------------------------|---|----------------------------|---|----------------------------|
| A | $\text{CH}_3\text{COOH}$  | B | $\text{ClCH}_2\text{COOH}$ | C | $\text{Cl}_2\text{CHCOOH}$ |
| D | $\text{CCl}_3\text{COOH}$ | E | $\text{HCOOH}$             |   |                            |
- 1  $\text{E} > \text{A} > \text{B} > \text{C} > \text{D}$
  - 2  $\text{A} > \text{B} > \text{C} > \text{D} > \text{E}$
  - 3  $\text{A} > \text{E} > \text{B} > \text{C} > \text{D}$
  - 4  $\text{D} > \text{C} > \text{B} > \text{A} > \text{E}$
  - 5  $\text{D} > \text{C} > \text{B} > \text{E} > \text{A}$

問14 次の(イ)～(オ)の各反応の主生成物を化合物群からそれぞれさがし、1～5の組合せの中から正しいものをつ選べ。ただし、各反応の生成物が化合物群の中にすべて示されているとは限らない。

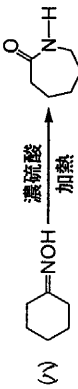
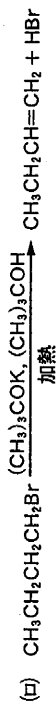
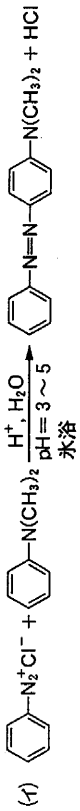


化合物群



	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
1	A	D	G	J	M
2	B	D	F	K	N
3	C	E	H	I	O
4	C	D	G	K	P
5	B	E	F	I	L

問15 有機化学反応には大きく分けて、付加反応(A)、置換反応(B)、脱離反応(C)、転位反応(D)がある。(1)~(4)の各反応はA~Dのどの反応に分類されるか。1~5の組合せの中から正しいもの一つ選べ。



	(1)	(2)	(3)	(4)
1	D	C	A	B
2	B	A	C	D
3	C	B	A	D
4	B	C	D	A
5	A	D	B	C

問16 塩化アルキルRClから気相反応  $\text{RCl} \rightarrow \text{R}^+ + \text{Cl}^-$  でA~Dのアルキル陽イオンが生成した。この反応は正のエンタルピー変化を示したが、そのエンタルピー変化の大ききの順序はどうなるか。1~5の中から正しいもの一つ選べ。なお、エンタルピー変化の小さいものほどアルキル陽イオンの安定性が高いと考えられる。



- 1 A > B > C > D
- 2 A > B > D > C
- 3 A > D > C > B
- 4 B > A > C > D
- 5 D > C > B > A

問17 熱力学に関する次の記述の中から誤っているもの一つ選べ。

- 1 体積一定の系が1kJの熱を周囲に放出した場合、内部エネルギーは1kJ減少する。
- 2 反応エンタルピーが正である反応を吸熱反応という。
- 3 理想気体の定圧熱容量は、温度に依存しない。
- 4 温度と圧力が一定の場合、ギブズエネルギーが最小になる状態が平衡状態である。
- 5 不可逆過程において、孤立系のエントロピーは常に減少する。

問18. 気相中の解離反応  $A \rightarrow B + C$  において、ある温度・圧力におけるAの解離度を  $a_1$  とする。今、温度を一定に保つたまま系全体の体積を2倍にして再び平衡状態にすると、Aの解離度は  $a_1$  から  $a_2$  に変化した。 $a_1$  と  $a_2$  の間にはどのような関係があるか。次の中から正しいものを一つ選べ。

1  $\frac{a_1}{1-a_1} = \frac{a_2}{2(1-a_2)}$

2  $\frac{a_1^2}{1-a_1} = \frac{a_2^2}{2(1-a_2)}$

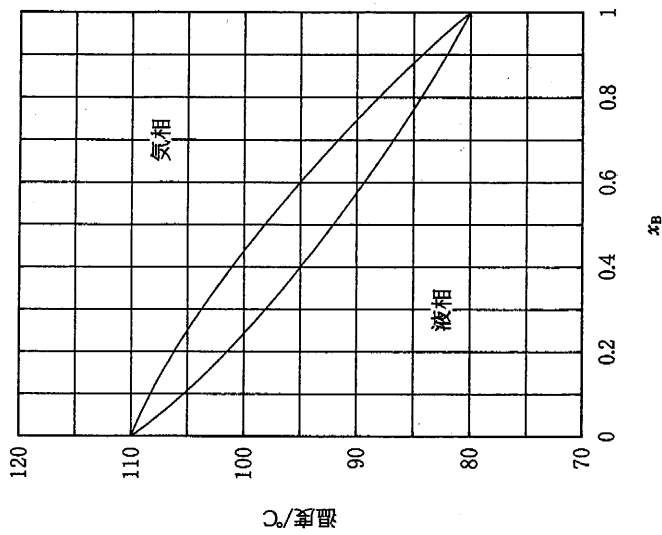
3  $\frac{a_1^2}{1-a_1^2} = \frac{a_2^2}{2(1-a_2^2)}$

4  $\frac{a_1^2}{1-a_1} = \frac{2a_2^2}{1-a_2}$

5  $\frac{a_1^2}{1-a_1^2} = \frac{2a_2^2}{1-a_2^2}$

問19. 図は成分A、Bからなる2成分系の1 atmにおける温度-組成図である。図の横軸  $x_B$  はBのモル分率を表している。今、1 atm 下で気液平衡状態にあるこの2成分系において、液相におけるBのモル分率が0.4であった。この気相の一部を取り出して冷却したところ、22 gの混合液体が得られた。この混合液体中に含まれるBの質量はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、AとBの分子量をそれぞれ100、80とする。

- 1 1.2 g
- 2 7.7 g
- 3 12 g
- 4 16 g
- 5 20 g





問20 同じ溶液を吸収層の厚みのみが異なる2種類の試料セルA、Bに入れて光吸収の測定を行った。入射光強度を $I_0$ としたとき、試料セルAを用いた場合の透過光強度が $I_0/6$ 、試料セルBを用いた場合の透過光強度が $I_0/3$ であった。試料セルAの吸収層の厚みは、試料セルBの吸収層の厚みの何倍か。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、物質による光の吸収は次式に示すランベルト・ベールの法則に従うものとする。

$$I = I_0 \exp(-xcd)$$

ここで、 $I$ は透過光の強度、 $x$ はモル吸収係数、 $c$ は吸収物質の濃度、 $d$ は吸収層の厚みである。なお、試料セル自体の光吸収は無視しうるものとする。また、 $\ln 2 = 0.69$ 、 $\ln 3 = 1.10$ とする。

- 1 0.50
- 2 0.80
- 3 1.2
- 4 1.6
- 5 2.0

問21 水酸化ナトリウム0.40gを溶かして100mLの水溶液を製し、0.20mol・L<sup>-1</sup>の塩酸を100mL加えた。最終的に水溶液のpHはいくらになるか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、原子量は、Cl = 35、Na = 23、O = 16、H = 1とする。また、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

- 1 1.3
- 2 2.3
- 3 3.3
- 4 4.3
- 5 5.3

問22 結晶水を含むシュウ酸カルシウムの熱重量分析を行ったところ、150℃付近から結晶水の脱離にともなう12%の質量減少が観測され、シュウ酸カルシウムの無水物(CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)が得られた。結晶水はCaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>当たり何分子含まれていたか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、原子量は、Ca = 40、C = 12、O = 16、H = 1とする。

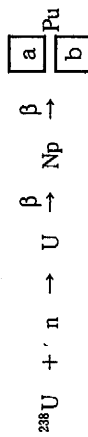
- 1 0.50
- 2 1.0
- 3 1.5
- 4 2.0
- 5 2.5

問23 元素の電気陰性度は、元素の第一イオン化エネルギー( $I_1$ )および電子親和力( $E_A$ )と関連付けることができる。今、次の4種類の元素の $I_1$ および $E_A$ がそれぞれ下表で表されるとき、電気陰性度の大ききの順はどれか。次の中から正しいものを一つ選べ。

	$I_1/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$E_A/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
炭素(C)	1086	122
窒素(N)	1402	-7
ケイ素(Si)	787	134
リン(P)	1012	72

- 1 Si > P > C > N
- 2 C > N > Si > P
- 3 N > C > Si > P
- 4 N > C > P > Si
- 5 N > P > C > Si

問24 原子力発電では、原子番号 92 のウラン  $^{235}\text{U}$  の核分裂が利用されている。燃料のウラン中にはウラン  $^{235}\text{U}$  の他に多量のウラン  $^{238}\text{U}$  が存在している。そのウラン  $^{238}\text{U}$  と原子炉中で発生する中性子(n)との核反応およびそれに続く  $\beta$  崩壊 ( $\beta$  と略記)により、プルトニウム Pu が生成する。その一連の核反応を下に記したが、式中にある **a**、**b** に当てはまる数値の組合せはどれか。次の中から正しいものを一つ選べ。



	<b>a</b>	<b>b</b>
1	239	94
2	237	93
3	236	94
4	239	95
5	239	96

問25 ある気体の分子量を決定するために、メタンガスを標準にして、同一の容器からの流出時間を圧力と温度を同じにして測定した。同体積のガスが流出する時間は、メタンでは 30 秒であるのに対し、ある気体では 90 秒であった。この気体の分子量はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、メタンの分子量を 16 とする。

- 1 2
- 2 4
- 3 12
- 4 48
- 5 140